

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 83109434.7

51 Int. Cl.³: G 21 C 17/00
 G 01 N 29/00

22 Anmeldetag: 22.09.83

30 Priorität: 06.10.82 DE 3236947

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 18.04.84 Patentblatt 84/16

84 Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: Hitzel, Rainer
 Breidertring 1b
 D-6074 Rödermark(DE)

72 Erfinder: Hitzel, Rainer
 Breidertring 1b
 D-6074 Rödermark(DE)

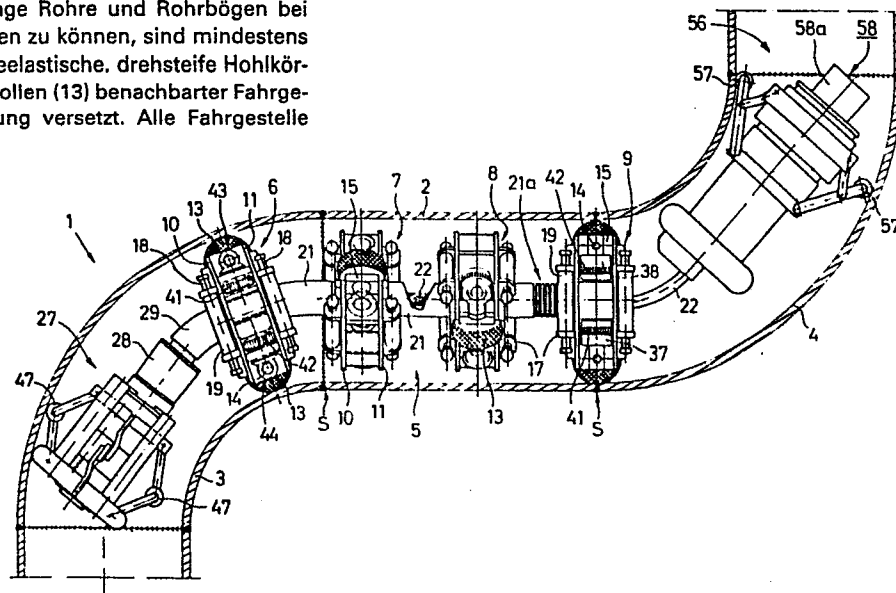
74 Vertreter: Zapfe, Hans, Dipl.-Ing.
 Seestrasse 2 Postfach 30 04 08
 D-6054 Rodgau-3(DE)

54 **Rohrmanipulator für das Durchfahren von Rohrleitungen.**

57 Rohrmanipulator für das Durchfahren von Rohrleitungen (1). Mehrere Fahrgestelle (6, 7, 8, 9) mit Reibrollen (13) sind durch einen Längsantrieb (27) kontinuierlich antreibbar. Zur Lösung der Aufgabe, enge Rohre und Rohrbögen bei geringem Gewicht durchfahren zu können, sind mindestens zwei Fahrgestelle durch biegeelastische, drehsteife Hohlkörper (21) verbunden. Die Reibrollen (13) benachbarter Fahrgestelle sind in Umfangsrichtung versetzt. Alle Fahrgestelle

sind durch eine im Innern der Hohlkörper (21) und der Fahrgestelle verlaufende flexible Welle (22) antreibbar.

FIG. 1



Herr
Rainer Hitzel
Breidertring 1b

D-6074 Rödermark

" Rohrmanipulator für das Durchfahren von Rohr-
leitungen "

Die Erfindung betrifft einen Rohrmanipulator für das Durch-
fahren von Rohrleitungen in axialer Richtung mit mindestens
einem Fahrgestell, in dem zwei mit der Rohrleitung in Be-
rührung bringbare, diametral gegenüberliegende Reibrollen
5 gelagert sind, die durch einen Längsantrieb kontinuierlich
antreibbar sind.

Ein Rohrmanipulator der vorstehend beschriebenen Art ist Gegenstand der DE-OS 32 10 489. Der dort beschriebene Rohrmanipulator hat sich für Rohrleitungen mittleren und größeren Durchmessers durchaus bewährt, wobei beispielhaft der Durchmesserbereich zwischen 150 und 900 mm genannt ist. Eine weitere Miniaturisierung in Richtung auf den Einsatz für kleinere Rohrdurchmesser hat sich jedoch als extrem aufwendig und wegen des Platzbedarf bestimmter Bauteile als nur schwer möglich erwiesen. Hierbei wird bevorzugt an Rohrdurchmesser zwischen 80 und 150 mm, ja sogar unter 80 mm gedacht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Rohrmanipulator der eingangs beschriebenen Art anzugeben, der auch für Rohrleitungen geringeren Innendurchmessers geeignet ist, eine zuverlässige Führung auch durch enge Rohrbögen bis hinunter zu einem Krümmungsradius $R = 1,5 \times D$ bei Krümmern für einen Winkel von 90 Grad erlaubt und ein für seine Größe geringes Gewicht besitzt (D = Außendurchmesser der Rohrbögen).

Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt bei dem eingangs beschriebenen Rohrmanipulator erfindungsgemäß dadurch, daß mindestens zwei Fahrgestelle unter Zwischenschaltung je eines biegeelastischen, aber drehsteifen Hohlkörpers miteinander verbunden sind, daß die radial durch beide Reibrollen eines Fahrgestells gelegte Mittenebene E-E zu der entsprechenden Ebene des benachbarten Fahrgestells in Umfangsrichtung versetzt ist, und daß die Reibrollen aller Fahrgestelle durch eine im Innern der Hohlkörper und

durch die Fahrgestelle verlaufende flexible Welle antreibbar sind.

Die Verwendung biegeelastischer, aber drehsteifer Hohlkörper erlaubt die elastische Kopplung der jeweils benachbarten Fahrgestelle unter gleichzeitiger Freilassung der Längsachse des Hohlkörpers. Als Hohlkörper geeignet sind beispielsweise Elastomerschläuche mit über Kreuz gewendelten Einlagen, beispielsweise mit eingelegten, sich diagonal kreuzenden Stahldrähten. In ganz besonders bevorzugter Weise haben sich jedoch Faltenbälge als geeignet erwiesen, die für die Verbindung von Rohrleitungen auch unter der Bezeichnung "Kompensatoren" bekannt geworden sind. Derartige Faltenbälge haben, insbesondere dann, wenn sie aus Edelstahl bestehen, eine hohe Flexibilität gegenüber Biegung, können aber dennoch beträchtliche Drehmomente aufnehmen, d.h. die durch sie verbundenen Fahrgestelle auch bei Einwirkung äußerer Kräfte in einem vorgegebenen Winkelabstand zueinander halten.

Die "Mittenebene" ist innerhalb eines Fahrgestells diejenige Ebene, die durch die Mitte beider Reibrollen verläuft, und zwar in der Weise, daß die Achsen der Reibrollen senkrecht zu der genannten Mittenebene verlaufen. Bei der Geradeausfahrt des Fahrgestells liegt auch die Längsachse der zu durchfahrenden Rohrleitung in eben dieser Mittenebene. Durch den Versatz der Mittenebene eines jeden Fahrgestells in Umfangsrichtung gegenüber der Mittenebene des jeweils benachbarten Fahrgestells wird erreicht, daß zumindest der größte Teil der Reibrollen auf unterschiedlichen Mantellinien der Rohrleitung abrollt. Dies ist von besonderer Bedeutung

für den Fall, daß seitlich, insbesondere radial, einmündende Rohrleitungen überfahren werden müssen, die in der Regel einen kleineren Durchmesser (maximal 75% des Durchmessers der Hauptleitung) aufweisen. Durch entsprechende Wahl von
5 Anzahl der Fahrgestelle und Raumwinkeln zwischen den jeweils benachbarten Mittenebenen kann auf diese Weise erreicht werden, daß jeweils die Reibrollen mindestens eines Fahrgestells mit der Rohrleitung im Reibschluß bleiben, so daß Vortrieb oder Rückzug des Rohrmanipulators gesichert sind.
10 Hierbei ist zu beachten, daß beim Überfahren einer seitlichen Abzweigung mittels eines Fahrgestells der Reibantrieb auch derjenigen Reibrolle weitgehend wirkungslos wird, die in Berührung mit der Rohrleitung bleibt, weil die erforderliche Abstützkraft fehlt. Der Versatzwinkel α wird dabei zweckmäßig nach der folgenden Beziehung gewählt:
15

$$\alpha = \frac{180^\circ}{n-1}$$

wobei "n" die Anzahl der Fahrgestelle ist. Bei vier Fahrgestellen ist dabei der Versatzwinkel $\alpha = 60^\circ$, wobei das erste und das letzte Fahrgestell eine um 180 Grad versetzte
20 Lage einnehmen, d.h. ihre Mittenebenen liegen in einer gemeinsamen Ebene, Geradeausfahrt vorausgesetzt. Für die dazwischenliegenden Fahrgestelle gilt die Forderung, daß diese einen Versatzwinkel gegenüber dem ersten und dem letzten Fahrgestell aufweisen und daß keine Winkelstellung
25 zweimal vorkommt. Dies wird in einfachster Weise dadurch erreicht, daß das jeweils folgende Fahrgestell gegenüber dem vorangegangenen Fahrgestell einen gleich großen Versatzwinkel in jeweils gleichem Drehsinne aufweist.

Durch die Maßnahme, daß die Reibrollen aller Fahrgestelle durch eine im Innern der Hohlkörper und durch die Fahrgestelle verlaufende flexible Welle antreibbar sind, wird erreicht, daß alle Reibrollen mit gleichem Drehsinn, d.h. in gleicher Fahrtrichtung, angetrieben werden, so daß auch beim Ausfall des Antriebs eines Fahrgestells beim Überfahren einer seitlichen Abzweigung die Vortriebskraft durch die übrigen Fahrgestelle unverändert aufrechterhalten bleibt.

Unter dem Ausdruck "Fahrgestell" werden sämtliche Bauelemente verstanden, die die Reibrollen tragen und eine zuverlässige Halterung der Antriebselemente herbeiführen.

Als "flexible Wellen" kommen sowohl biegsame Wellen aus Drahtseilen in Frage, die aufgrund ihrer besonderen Drahtanordnung und Herstellart eine ausreichend große Torsionssteifigkeit besitzen, als auch Gelenkwellen mit Kardangelenken. Es können auch biegsame Wellen und Gelenkwellen in Reihenanordnung verwendet werden, wobei die Gelenkwellen an den Stellen größter Drehmomente angeordnet werden.

Der Erfindungsgegenstand ermöglicht nicht nur eine erhebliche Herabsetzung des minimal möglichen Innendurchmessers der zu durchfahrenden Rohrleitung, sondern er erlaubt auch eine zuverlässige Führung durch Rohrleitungen mit seitlichen Anschlüssen sowie durch enge Rohrbögen mit einem Krümmungsradius R bis hinunter zur $R = 1,5 D$, und zwar bei 90 Grad-Krümmern, von denen auch mehrere hintereinander und in einem beliebigen Raumwinkel zueinander stehen können. Dabei besitzt der Erfindungsgegenstand auch noch ein geringes Gewicht, das die Verfahrbarkeit in senkrechten Leitungsabschnittenerleichtert. Dies alles ist möglich, ohne daß eine übertriebene Miniaturisierung der einzelnen Bauteile erfolgen müßte, da der Erfindungsgegenstand mit einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Bauteilen auskommt, die innerhalb eines verfügbaren Volumens untergebracht werden müssen.

Es ist gemäß der weiteren Erfindung besonders vorteilhaft, wenn in jedem Fahrgestell ein von der flexiblen Welle angetriebenes Differentialgetriebe mit zwei Abtriebswellen angeordnet ist, die zur Mittenebene E-E parallel verlaufen und über je eine Zahnscheibe und je einen Zahnriemen mit je einem auf der gegenüberliegenden Seite der Mittenebene liegenden Winkeltrieb verbunden sind, der unmittelbar auf die jeweilige Reibrolle einwirkt.

Durch die Anordnung eines Differentialgetriebes ist es möglich, auch enge Kurven zu durchfahren, ohne daß an den Reibrollen ein Schlupf auftritt, der zu erheblichen Leistungsverlusten führen würde. Diese Funktion eines Differentialgetriebes ist von der Kraftfahrzeugtechnik her bekannt. Die Kombination des Differentialgetriebes mit der räumlichen Lage der Abtriebswellen und mit dem Verlauf der Zahnriemen auf die gegenüberliegende Seite der Mittenebene führt in Verbindung mit dem Winkeltrieb zu einem außerordentlich kompakten und symmetrischen Aufbau aller Antriebsteile und ermöglicht dennoch eine vibrationsfreie Kraftübertragung.

Der Vorteil der Verwendung eines Zahnriementriebs ist darüberhinaus auch in Verbindung mit einer besonders vorteilhaften weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes zu sehen, die darin besteht, daß jedes Fahrgestell zwei im Abstand gehaltene parallele Tragplatten aufweist, in denen Lagerböcke für die Reibrollen radial beweglich geführt sind, und daß die Lagerböcke durch Federn radial nach außen belastet sind.

Die Oberfläche der Reibrollen ist mit einem Belag mit hohem

Reibungskoeffizienten wie Gummi oder einem synthetischen Elastomeren versehen. Durch die unter Federspannung radial beweglichen Lagerböcke wird zusätzlich eine zuverlässige Anpressung der Reibrollen an die Rohrleitung ermöglicht, wobei auch ein Überfahren von Oberflächenunregelmäßigkeiten wie Schweißnähten, einem radialen Rohrversatz etc. ermöglicht wird. Der Zahnriemen, dessen beide Trumms durch die angegebenen Merkmale senkrecht zur Mittenebene E-E und damit senkrecht zur Bewegungsrichtung der Reibrollen verlaufen, ermöglicht die notwendige Radialverschiebung der Reibrollen durch eine seitliche Ausweichbewegung des Zahnriemens, ohne daß hierbei Antriebsteile überfordert würden. Es ist lediglich erforderlich, die Zahnscheiben auf den Abtriebswellen des Differentialgetriebes mit einer entsprechenden Breite auszuführen, so daß die Zahnriemen auf den Zahnscheiben entsprechend hin und her laufen können.

Die Tragplatten, die im Hinblick auf den Innenquerschnitt der Rohrleitung kreisförmig ausgebildet sind, bilden die tragenden Teile des Fahrgestells. Sie dienen gleichfalls als Befestigungselemente für die Funktionsteile des Antriebs, die zwischen den Tragplatten und auf den Außenflächen der Tragplatten montiert sein können. Durch radiale, parallelwandige Ausnehmungen an diametral gegenüberliegenden Stellen der Tragplatten lassen sich auf einfache Weise Führungen für die Lagerböcke bilden, worauf in der Detailbeschreibung noch näher eingegangen wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Der Erfindungsgegenstand findet bevorzugt Anwendung bei der Inspektion und Dokumentation der Innenflächen von Rohrleitungen bei den nachstehend angegebenen Rohrleitungen. Dabei kann der Rohrmanipulator bevorzugt mit
5 einem Transportkopf versehen sein, der in Fahrtrichtung vor dem vordersten Fahrgestell angeordnet und gleichfalls in der Rohrleitung geführt ist. Dieser Transportkopf kann entweder mit einem Kamerasystem für axiale und radiale Sicht ausgestattet sein, im zuletzt genannten
10 Fall mit einem Drehspiegelvorsatz, oder mit einem starren oder flexiblen Endoskop für axiale und radiale Sicht. Ein derart ausgerüsteter Rohrmanipulator ermöglicht eine visuelle Inspektion und Dokumentation durch Fernsehübertragung. Bei Ausstattung mit einer Strahlenquelle läßt
15 sich auch eine zerstörungsfreie Werkstoffprüfung durchführen, beispielsweise eine Röntgenfotografie von Schweißnähten.

Zielgruppen für derartige Rohrmanipulatoren sind die Mineralöl- und die chemische Industrie, Wasser- und Gasversorgungsunternehmen, Kernkraftwerke, Transportunternehmen, darunter
20 Schifffahrtsgesellschaften, Maschinen- und Anlagenbau, Hoch- und Tiefbau, Röhren- und Kesselhersteller, technische Überwachungsvereine etc.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes und
25 seine Einzelheiten werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 6 näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 einen Längsschnitt durch eine Rohrleitung mit
einem vollständigen, darin befindlichen Rohr-
manipulator mit vier Fahrgestellen,
- Figur 2 eine Draufsicht in axialer Richtung auf ein
Fahrgestell,
- Figur 3 eine Seitenansicht des Fahrgestells nach
Figur 2,
- Figur 4 einen Radialschnitt durch ein Fahrgestell bzw.
einen Axialschnitt durch dessen Differential-
getriebe in vergrößertem Maßstab und
- Figur 5 eine Seitenansicht des Motors für den Längsan-
trieb,
- Figur 6 einen Längsschnitt durch die Verbindungssteile
zwischen Motor und hinterstem Fahrgestell.

15 In Figur 1 ist eine Rohrleitung 1 dargestellt, die aus einem
Zylinderstück 2 und zwei durch Schweißnähte angesetzten Rohr-
krümmern 3 und 4 besteht. Die Schweißnähte S sind nur ange-
deutet.

20 In der Rohrleitung 1 befindet sich ein Rohrmanipulator 5
mit vier Fahrgestellen 6, 7, 8 und 9, die völlig gleich
aufgebaut sind, so daß sich die Beschreibung auf ein einziges
Fahrgestell beschränken kann. Jedes Fahrgestell besitzt zwei
im wesentlichen kreisförmige parallele Tragplatten 10 und 11,
die auf diametral gegenüberliegenden Seiten mit parallel-
25 wandigen, radialen Ausnehmungen 12 versehen sind (siehe auch
Figuren 2 und 3). Die Ausnehmungen dienen gleichzeitig als
Radialführungen für Reibrollen 13, deren Achsen 14 senkrecht

- 10 -

zu den parallelen Wänden der Ausnehmungen 12 stehen. Eine gemeinsame Mittenebene E-E ist radial durch die beiden Reibrollen 13 gelegt, so daß die Achsen 14 senkrecht zu dieser Mittenebene E-E verlaufen. Die Reibrollen 13 sind
5 mit einem elastomeren Belag 13a mit hohem Reibungskoeffizienten versehen (Figur 3).

Die Reibrollen 13 sind mittels ihrer Achsen 14 in Lagerböcken 15 gelagert (Figur 1, Fahrgestelle 7 und 9) die zwischen den Tragplatten 10 und 11 in radialer Richtung
10 geführt sind. Die Radialführung geschieht durch die parallelen Wandungen der Ausnehmungen 12 einerseits und durch mit den Lagerböcken 15 verbundene Flanschplatten 16 andererseits (Figur 2).

An den Flanschplatten 16 und damit an den Lagerböcken 15
15 sind Augen 17 angebracht, die folgenden Zweck haben: Auf den Tragplatten 10 und 11 sind parallel zu diesen und zur Mittenebene E-E paarweise Führungsstangen 18 mittels ihrer Enden befestigt. Diese Führungsstangen sind durch die Augen 17
mit ausreichendem Radialspiel hindurchgeführt, so daß
20 keine Oberbestimmung im Hinblick auf die Radialführung der Reibrollen 13 auftritt. Zwischen den jeweils gegenüberliegenden Augen 17 sind auf den Führungsstangen 18 Federn 19 angebracht, die die Augen 17 und damit die Lagerböcke 15 auseinanderschieben, bis die Augen 17 zum Anschlag an Halte-
25 winkeln 20 kommen, mit denen die Führungsstangen 18 an den Tragplatten 10 bzw. 11 befestigt sind. Durch diese Maßnahme wird die Radialbeweglichkeit der Lagerböcke 15 nach außen hin begrenzt, sofern sich das Fahrgestell nicht gerade in einer Rohrleitung befindet.

Gemäß Figur 1 sind jeweils 2 benachbarte Fahrgestelle durch

einen biegeelastischen, aber drehsteifen Hohlkörper 21 verbunden, der als Faltenbalg ausgebildet ist und aus Edelstahl besteht. Die Ausbildung als Faltenbalg ist bei 21a nur angedeutet.

5 Der zwischen den Fahrgestellen 7 und 8 liegende Hohlkörper 21 ist aufgebrochen dargestellt, so daß eine im Innern aller Hohlkörper und durch die Fahrgestelle hindurch verlaufende flexible Welle 22 sichtbar ist, die im vorliegenden Falle als biegsame Welle ausgeführt ist, d.h. aus einem torsions-
10 steifen Drahtseil besteht. Die flexible Welle 22 trägt im Innern eines jeden Fahrgestells eine Schnecke 23, auf die im Zusammenhang mit Figur 4 noch näher eingegangen wird. Die Enden der Hohlkörper 21 sind jeweils mit sechseckigen Flanschen 24 versehen, mit denen sie mit den Tragplatten 10
15 bzw. 11 verschraubt sind (Figur 2). In den Tragplatten 10 und 11 befinden sich noch fluchtende Bohrungen 25 und 26, die zum Hindurchführen von Übertragungsleitungen etc. dienen.

Das eine Ende der flexiblen Welle 22 ist mit einem Motor 27 über ein Untersetzungsgetriebe 28 gekuppelt. Dieses Getriebe
20 steht seinerseits über einen analogen biegeelastischen, aber drehsteifen Hohlkörper 29 mit dem nächst-gelegenen Fahrgestell 6 in Verbindung, so daß eine elastische Führung ebenso gewährleistet ist, wie die Aufnahme des Gegendrehmoments der flexiblen Welle 22 durch den Hohlkörper 29.
25 Motor 27 und Getriebe 28 bilden den Längsantrieb des Rohrmanipulators 5. Weitere Einzelheiten sind in Figur 5 dargestellt.

In Figur 4 ist die Umlaufkante einer Tragplatte 10 ausschnittsweise dargestellt, um in etwa die maßstäblichen

Verhältnisse und die koaxiale Anordnung zur flexiblen Welle 22 mit der Schnecke 23 zu verdeutlichen. Die Schnecke 23 wirkt mit einem Differentialgetriebe 30 zusammen, das in einem Getriebegehäuse 31 untergebracht ist, das seinerseits
5 zwischen den Tragplatten 10 und 11 durch Verschraubung eingespannt ist. Zu dem Differentialgetriebe gehört ein Umlaufrad 32, in welches die Schnecke 23 eingreift und das mit einem Planetenträger 33 und Planetenrädern 34 verbunden ist, von denen nur eins dargestellt ist. In dem Planetenträger 33,
10 der aus zwei rotationssymmetrischen Teilen 33a und 33b zusammengesetzt ist, die ihrerseits im Getriebegehäuse 31 über nicht näher bezeichnete Kugellager gelagert sind, sind wiederum drehbeweglich zwei Abtriebswellen 35 und 36 gelagert, die zur hier nicht gezeigten Mittenebene E-E parallel
15 verlaufen und je eine Zahnscheibe 37, 38 tragen, die durch Muttern 37a und 38a mit den Abtriebswellen 35 bzw. 36 verschraubt sind. Die Drehmomentenübertragung erfolgt durch nicht näher bezeichnete Vierkante. An den inneren Enden der Abtriebswellen 35 und 36 befinden sich Kegelräder 39
20 und 40, die mit den Planetenrädern 34 in an sich bekannter Weise im Eingriff stehen.

Auf den Zahnscheiben 37 und 38 laufen Zahnriemen 41 und 42, wobei deutlich erkennbar ist, daß die Zahnriemen eine geringere Breite aufweisen als die Zahnscheiben 37 und 38,
25 so daß sie auf diesen aus den weiter oben beschriebenen Gründen hin und her laufen können.

Die Zahnriemen 41 und 42 führen - in Figur 4 nicht gezeigt - zu entsprechenden Zahnscheiben auf der gegenüberliegenden Seite der Mittenebene E-E. Diese Anordnung ist in Figur 1

- am Fahrgestell 6 erkennbar, wo die jenseitigen Umfangsteile der Zahnriemen 41 und 42 gezeigt sind. Dort sind die Zahnriemen mit je einem Winkeltrieb 43 bzw. 44 verbunden, die aus einem Kegelrädergetriebe mit einem Übertragungswinkel von 90 Grad bestehen. Je eines der Kegelräder steht über eine Welle mit je einer der Zahnscheiben in Verbindung, über die der Zahnriemen 41 bzw. 42 läuft, während das jeweils andere Kegelrad mit je einer der Achsen 14 der Reibrollen 13 drehfest verbunden ist. Bezugszeichen wurden der Übersichtlichkeit halber in Figur 1 fortgelassen, zumal diese Einzelheiten leicht verständlich sind. Die Winkeltriebe 43 bzw. 44 sind mit dem jeweiligen Lagerbock 15 starr verbunden, so daß auch die Riemenscheiben und die über diese geführten Umfangsteile der Zahnriemen 41 und 42 die Radialbewegung der Reibrollen 13 mitmachen (die Zahnriemen sind auf diesen Zahnscheiben in axialer Richtung geführt). Der sich über einen großen Teil des Durchmessers der Tragplatten 10, 11 erstreckende Abstand der jeweils zusammenwirkenden Zahnscheiben ermöglicht jedenfalls in Verbindung mit der größeren Breite der Zahnscheiben 37 und 38 die erforderliche Querauslenkung ohne eine Beeinträchtigung der Übertragungsverhältnisse oder der Lebensdauer der Zahnriemen. Zahnriemen der beschriebenen Art sind übliche Handelsware.
- In Figur 5 sind weitere Einzelheiten des Längsantriebes bzw. Antriebsmotors dargestellt. Das Untersetzungsgetriebe 28 besitzt eine Abtriebswelle 28a, die über eine Kupplung 45 mit der flexiblen Welle 22 verbunden ist. Die Kupplung 45 ist von einem Kupplungsgehäuse 45a umgeben.

Der Motor 27 besitzt ein Gehäuse 46, auf dessen Umfang mehrere radial nach außen vorgespannte Laufrollen 47 angeordnet sind. Zu diesem Zweck ist am Ende des Gehäuses 46 ein Tragring 48 angeordnet, der gleichzeitig als Gleitschutz ausgebildet ist. In diesem Tragring sind Kniehebel 49 mittels Gelenken 50 in der Weise gelagert, daß die Kniehebel 49 in zur Achse A radialen Ebenen verschwenkbar sind.

Parallel zum Tragring 49 ist auf dem Gehäuse 46 längsverschiebbar ein weiterer Ring 51 angeordnet, in dem eine gleiche Anzahl von Gelenken 52 untergebracht ist. In diesen Gelenken sind weitere Kniehebel 53 in radialen Ebenen verschwenkbar gelagert, die mit den Kniehebeln 49 mittlere Gelenkpunkte 54 bilden. In diesen Gelenkpunkten sind die Laufrollen 47 auf die gezeigte Weise angeordnet. Die Ringe 48 und 51 sind durch Zugfedern 55 gegeneinander verspannt, so daß die Laufrollen 47 um die Gelenke 50 radial nach außen gedrängt werden. Dadurch wird im allgemeinen eine ausreichend zentrale Führung des Motors 27 in der Rohrleitung 1 erreicht. Es ist jedoch nicht erforderlich, daß sich der Motor 27 an allen Stellen der Rohrleitung abstützt, wie dies in Figur 1 angedeutet ist.

Figur 1 ist noch zu entnehmen, daß dem vordersten Fahrgestell 9 ein Transportkopf 56 vorgeschaltet ist, der in analoger Weise wie der Motor 27 auf seinem Umfang mit mehreren radial nach außen vorgespannten Laufrollen 57 versehen ist. Zur Vermeidung von Wiederholungen sei auf die Konstruktionsdetails in Figur 5 verwiesen. Der Transportkopf 56 ist mit einem Kamerasystem 58 ausgestattet, von dem der Einfachheit halber nur das Objektiv 58a dargestellt ist.

In Figur 6 ist der vorderste Teil des Untersetzungs-
triebes 28 dargestellt, an das sich nach unten (nicht
gezeigt) der Motor 27 mit seinen Laufrollen 47 analog
zu Figur 5 anschließt. Abweichend von den Figuren 1
5 bis 5 ist jedoch die Abtriebswelle 28a über die
Kupplung 45 mit einer Gelenkwelle 22a verbunden, die
aus den beiden Kardangelenken 59 mit sich jeweils
paarweise kreuzenden Gelenkzapfen 59a besteht. Die
Gelenkzapfen sind in Gelenkgliedern 60 bis 64 gelagert,
10 die das Drehmoment auf die Schnecke 23 übertragen,
die analog Figur 3 jenseits der Tragplatte 10 des
nachfolgenden Fahrgestells gelagert ist.

Die Kupplung 45 ist von dem Kupplungsgehäuse 45a um-
geben, auf dessen Stirnseite ein Flansch 65 befestigt
15 ist. Von diesem führt der auch hier als Faltenbalg
ausgebildete torsionssteife Hohlkörper 21 (zwischen
den strichpunktierten Linien) zu dem jenseitigen
Flansch 24, der bereits in Figur 2 dargestellt ist. Alle
Fahrgestelle sind auch untereinander in gleicher Weise
20 verbunden. Das mittlere Gelenkglied 62 besitzt einen
Bund 62a, mit dem es sich radial an dem torsionssteifen
Hohlkörper 21 abstützt. Eine Welle 66 verbindet das
letzte Gelenkglied 64 mit der Schnecke 23.

Die Gelenkwellenkonstruktion gemäß Figur 6 wird bevor-
25 zugt dort eingesetzt, wo das höchste Drehmoment auf-
tritt, also zwischen Motor 27 und dem ersten Fahrgestell.
Es ist aber durchaus möglich, z.B. aus Gründen einer
einheitlichen Konstruktion, in allen torsionssteifen
biegeelastischen Hohlkörpern 21 derartige Gelenkwellen
30 vorzusehen, die im Bereich der Schnecken 23 miteinander
gekuppelt sind, wie die biegsamen Wellen auch.

PATENTANSPROPHE:

1. Rohrmanipulator für das Durchfahren von Rohrleitungen
in axialer Richtung mit mindestens einem Fahrgestell,
in dem zwei mit der Rohrleitung in Berührung bringbare,
diametral gegenüberliegende Reibrollen gelagert sind,
5 die durch einen Längsantrieb kontinuierlich antreib-
bar sind, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei
Fahrgestelle (6, 7, 8, 9) unter Zwischenschaltung je
eines biegeelastischen, aber drehsteifen Hohlkörpers (21)
miteinander verbunden sind, daß die radial durch beide
10 Reibrollen (13) eines Fahrgestells gelegte Mitten-
ebene (E-E) zu der entsprechenden Ebene des benach-
barten Fahrgestells versetzt ist, und daß die Reib-
rollen (13) aller Fahrgestelle (6, 7, 8, 9) durch eine
im Innern der Hohlkörper (21) und durch die Fahrge-
15 stelle verlaufende flexible Welle (22, 22a) antreibbar
sind.
2. Rohrmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß vier Fahrgestelle (6, 7, 8, 9) vorgesehen sind
und daß der Versatz der durch die Reibrollen (13) ge-
20 legten Mittenebenen (E-E) von Fahrgestell
zu Fahrgestell gleichsinnig 60 ° beträgt.
3. Rohrmanipulator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß in jedem Fahrgestell (6, 7, 8, 9) ein von der
flexiblen Welle (22) angetriebenes Differentialgetriebe (30)
25 mit zwei Abtriebswellen (35, 36) angeordnet ist, die
zur Mittenebene (E-E) parallel verlaufen und über je
einen Zahnriemen (41, 42) mit je einem auf der gegenüber-

liegenden Seite der Mittenebene liegenden Winkeltrieb (43, 44) verbunden sind, der unmittelbar auf die jeweilige Reibrolle (13) einwirkt.

- 5 4. Rohrmanipulator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Fahrgestell (6, 7, 8, 9) zwei im Abstand gehaltene parallele Tragplatten (10, 11) aufweist, in denen Lagerböcke (15) für die Reibrollen (13) radial beweglich geführt sind, und daß die Lagerböcke durch Federn (19) radial nach außen belastet sind.
- 10 5. Rohrmanipulator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Tragplatten (10, 11) parallel zu diesen und zur Mittenebene (E-E) paarweise Führungsstangen (18) mittels ihrer Enden befestigt sind, daß an den Lagerböcken (15) Augen (17) angebracht sind, die
15 die Führungsstangen mit Spiel umgeben, und daß die Federn (19) zwischen die Augen gegenüberliegender Lagerböcke unter Vorspannung (Druckspannung) eingesetzt sind.
- 20 6. Rohrmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flexible Welle (22) über einen Schneckentrieb (23, 32) mit dem Differentialgetriebe (30) in Verbindung steht.
- 25 7. Rohrmanipulator nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkeltrieb (43, 44) an den Lagerböcken (15) gelagert ist.
8. Rohrmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als biegeelastische aber drehsteifer Hohlkörper (21, 29) Faltenbälge vorhanden sind.

9. Rohrmanipulator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
daß die Faltenbälge aus Edelstahl bestehen.
10. Rohrmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Längsantrieb durch einen Motor (27) erfolgt,
5 der gleichfalls über einen biegeelastischen, aber
drehsteifen Hohlkörper (29) mit dem nächstfolgenden
Fahrgestell (6) verbunden und mit der flexiblen
Welle (22) gekuppelt ist.
11. Rohrmanipulator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
10 daß der Motor (27) auf dem Umfang seines Gehäuses (46)
mit mehreren radial-nach außen vorgespannten Lauf-
rollen (47) versehen ist.
12. Rohrmanipulator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
daß die Laufrollen (47) im mittleren Gelenkpunkt (54)
15 je eines Kniehebelsystems (49, 53) angeordnet sind,
dessen übrige Gelenke (50, 52) in Ringen (48, 51) ge-
lagert sind, die elastisch gegeneinander verspannt
sind.
13. Rohrmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
20 daß dem vordersten Fahrgestell (9) ein Transport-
kopf (56) vorgeschaltet ist.
14. Rohrmanipulator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,
daß der Transportkopf (56) auf seinem Umfang mit mehreren
radial nach außen vorgespannten Laufrollen (57) versehen ist
- 25 15. Rohrmanipulator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,
daß der Transportkopf (56) mit einem Kamerasystem (58)
ausgestattet ist.

16. Rohrmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die flexible Welle (22) aus Teilstücken einer
biegsamen Welle zusammengesetzt ist, die innerhalb
der Fahrgestelle (6, 7, 8, 9) miteinander gekuppelt
sind.
17. Rohrmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die flexible Welle (22a) aus mindestens einer Ge-
lenkwelle mit mindestens zwei Kardankgelenken (59)
besteht.
18. Rohrmanipulator nach den Ansprüchen 16 und 17,
dadurch gekennzeichnet, daß die flexible Welle (22,
22a) aus Teilstücken einer biegsamen Welle und
einer Gelenkwellen zusammengesetzt ist.

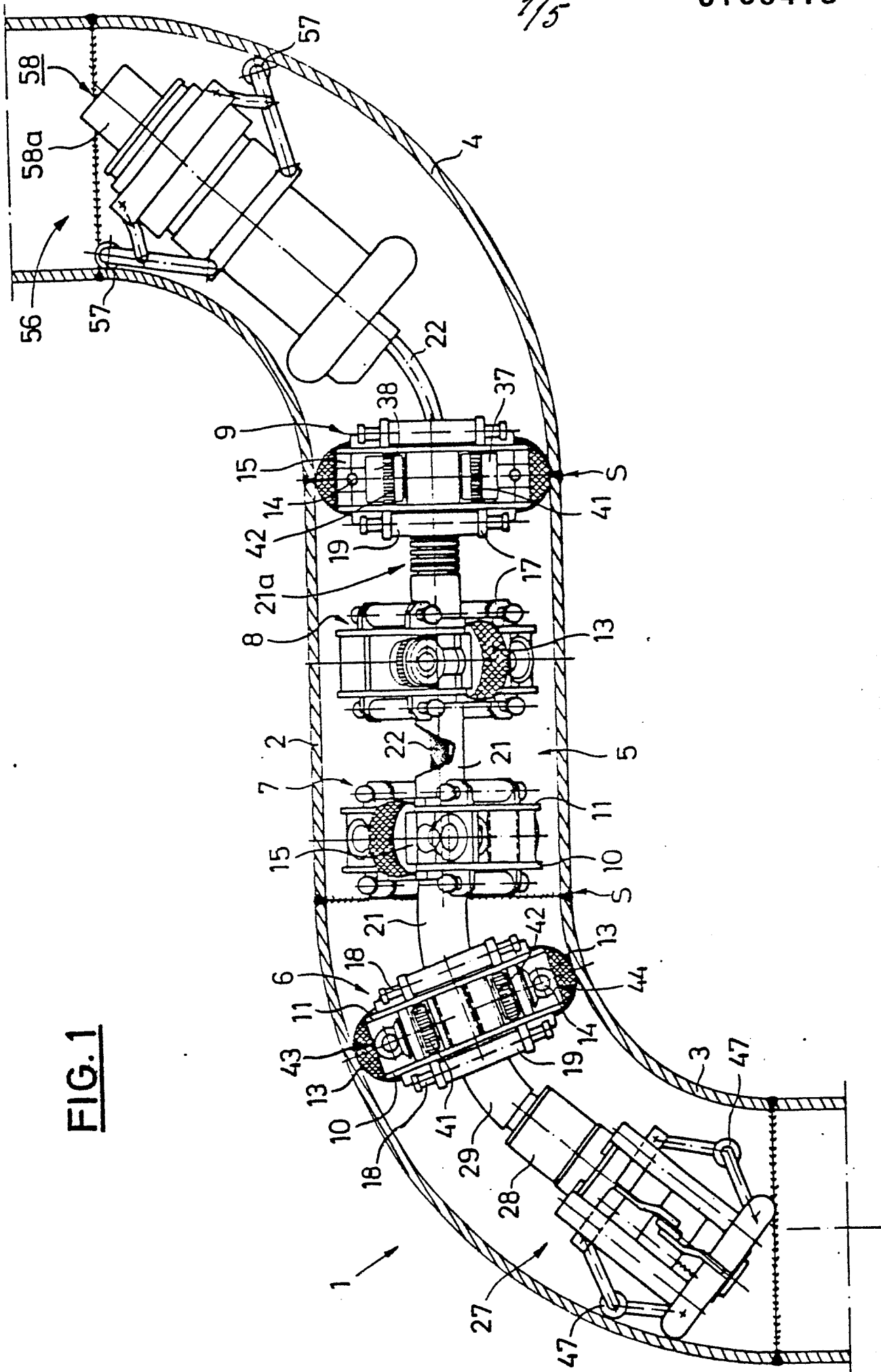
FIG. 1

FIG. 2

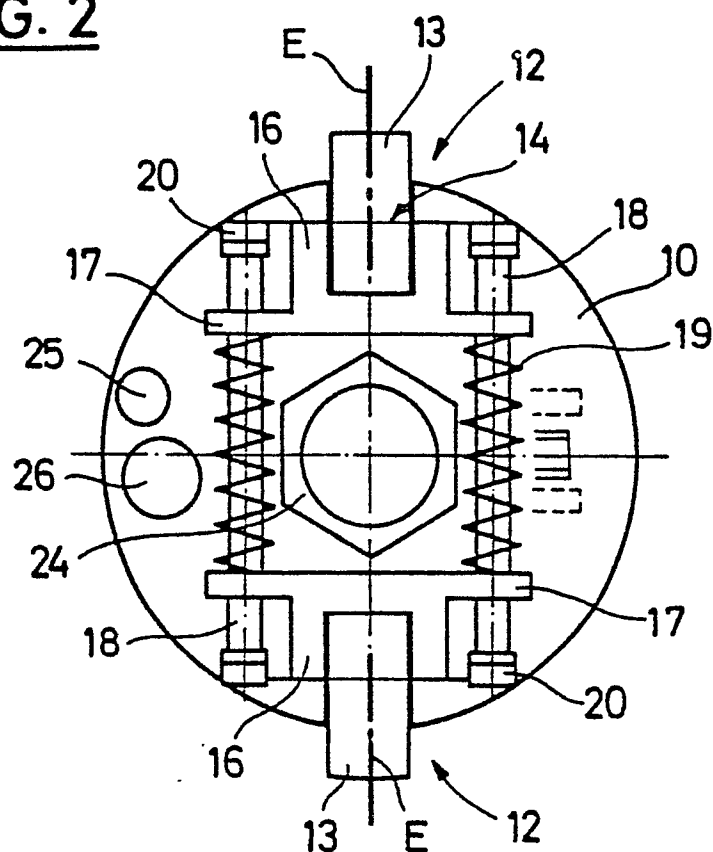


FIG. 3

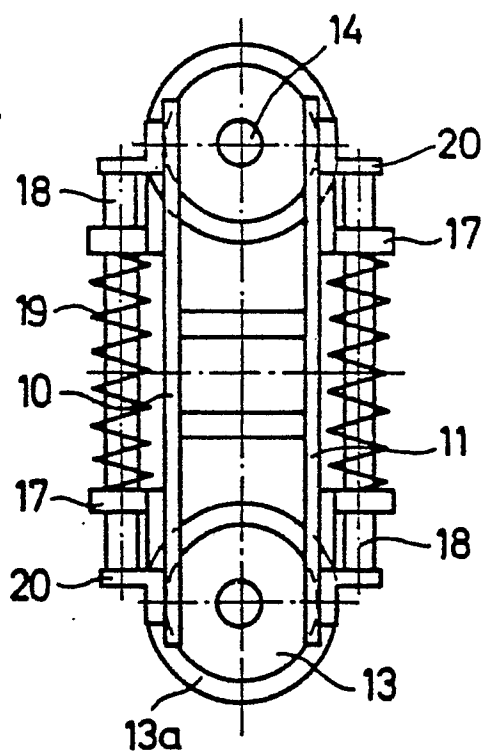


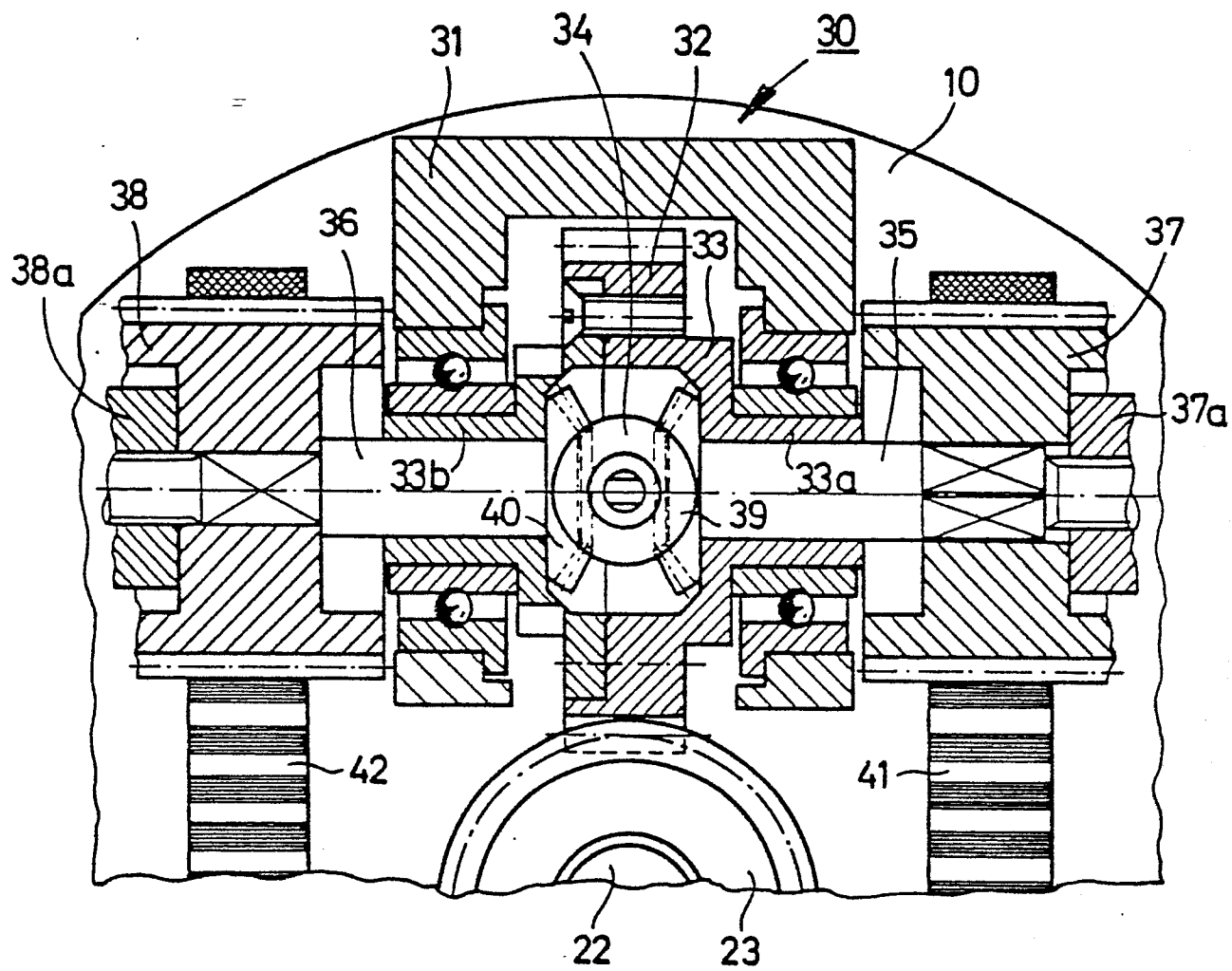
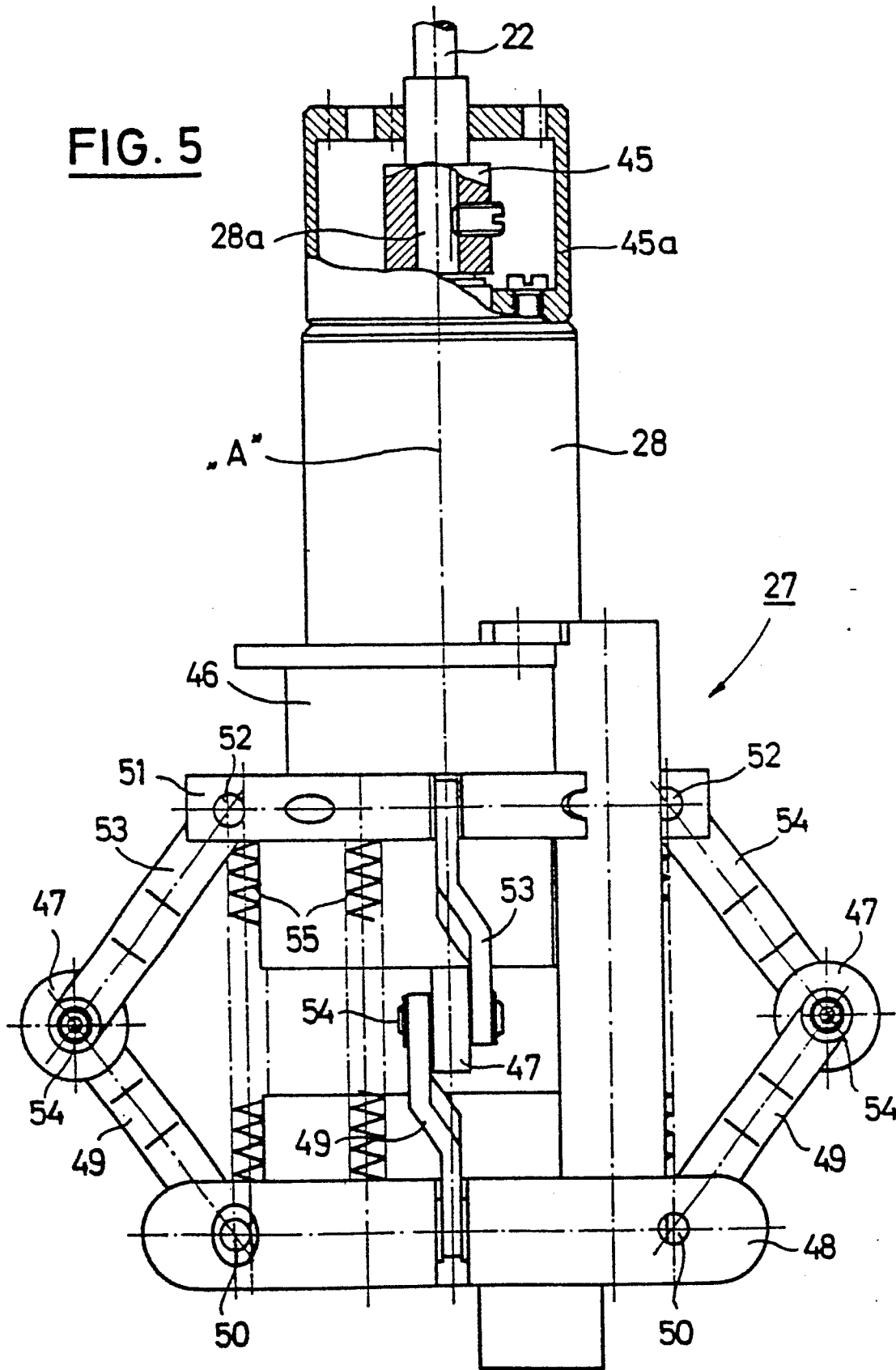
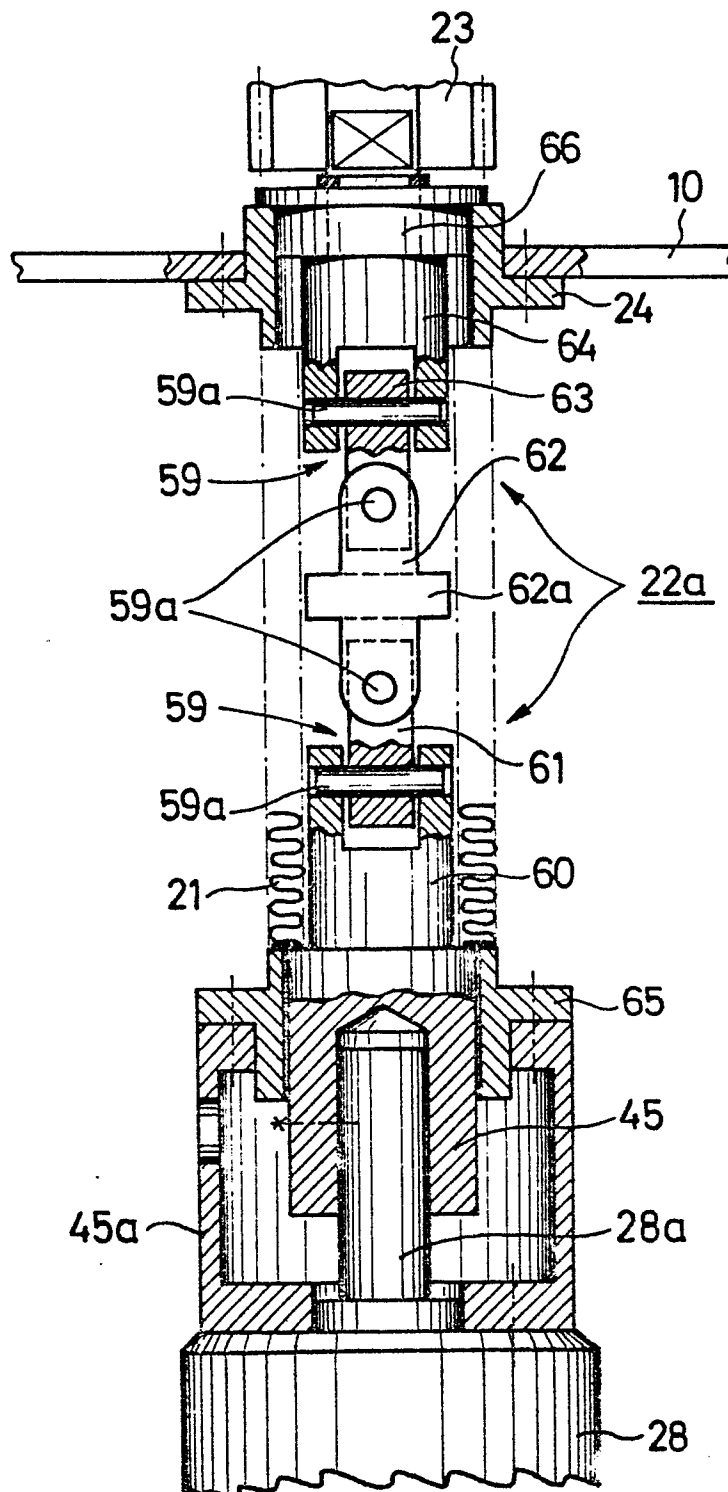
FIG. 4

FIG. 5



5/5

FIG. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0105418

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 9434

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 7)														
A	EP-A-0 061 078 (KRAFTWERK UNION) * Insgesamt *	1, 4, 8, 9, 13, 15	G 21 C 17/00 G 01 N 29/00														
A	FR-A-2 320 542 (C.E.A.) * Seite 8, Zeilen 10-39; Seite 9, Zeilen 1-21; Abbildungen 2, 3 *	1, 8															
A	US-A-4 170 902 (W. PALLAN) * Spalte 2, Zeilen 6-27; Abbildung 1 *	1, 13, 14															
A	FR-A-2 342 455 (SIGEL-GFELLER) * Insgesamt *	1, 6															
A	US-A-4 306 459 (A.S. JOHNSON u.a.) * Insgesamt *	1															
A	US-A-3 968 568 (B.R. JACKSON) * Spalte 2, Zeilen 50-68; Spalte 3, Zeilen 1-23; Abbildung 1 *	1															
A	US-A-4 218 923 (W.C. TRIPLET u.a.) -/-																
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12-01-1984	Prüfer ASSI G.A.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0105418

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 9434

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			Seite 2
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
A	DE-A-2 640 055 (KRAFTWERK UNION) * Abbildungen 1A, 1B *	1, 17	
A	--- PIPE LINE INDUSTRY, Juli 1971, Seiten 37-38 "Ultrasonic tool detects and records pipe flaws" * Insgesamt * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12-01-1984	Prüfer ASSI G.A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			